

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 3月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-088371

[ ST.10/C ]:

[ JP2003-088371 ]

出 願 人

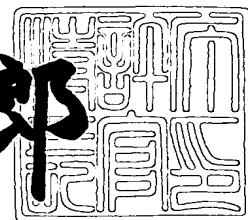
Applicant(s):

大日本スクリーン製造株式会社

2003年 6月30日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3051700

【書類名】 特許願

【整理番号】 P15-1734

【提出日】 平成15年 3月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/26

【発明者】

【住所又は居所】 京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の  
1 大日本スクリーン製造株式会社内

【氏名】 楠田 達文

【発明者】

【住所又は居所】 京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の  
1 大日本スクリーン製造株式会社内

【氏名】 村山 博美

【発明者】

【住所又は居所】 京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の  
1 大日本スクリーン製造株式会社内

【氏名】 今岡 康浩

【特許出願人】

【識別番号】 000207551

【氏名又は名称】 大日本スクリーン製造株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089233

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 茂明

【選任した代理人】

【識別番号】 100088672

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉竹 英俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100088845

【弁理士】

【氏名又は名称】 有田 貴弘

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-240438

【出願日】 平成14年 8月21日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012852

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9005666

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 熱処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板に対して光を照射することによって該基板を加熱する熱処理装置であって、

複数のランプを平面状に配列した光源と、

前記光源の下方にて基板を保持する保持手段と、

前記光源と前記保持手段に保持された基板との間であってそれらと略平行に配設され、前記複数のランプのそれぞれから出射された光を拡散させて前記基板に向かわせる拡散板と、

を備え、

前記拡散板のうち前記配列の鉛直方向直下に位置する中央対応部分の光の透過率を当該中央対応部分よりも外側に位置する端部対応部分の透過率よりも低くすることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の熱処理装置において、

前記拡散板の前記端部対応部分から前記中央対応部分に向けて透過率を漸次低くすることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 3】 基板に対して光を照射することによって該基板を加熱する熱処理装置であって、

複数のランプを平面状に配列した光源と、

前記光源の下方にて基板を保持する保持手段と、

前記光源と前記保持手段に保持された基板との間であってそれらと略平行に配設され、前記複数のランプのそれぞれから出射された光を拡散させて前記基板に向かわせる拡散板と、

を備え、

前記拡散板のうち前記複数のランプのそれぞれの鉛直方向直下に位置するランプ対応部分の光の透過率を相互に隣り合う前記ランプ対応部分の間のランプ間対応部分の透過率よりも低くすることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の熱処理装置において、

前記拡散板の前記ランプ対応部分の中央位置から前記ランプ間対応部分の中央位置に向けて透過率が漸次高くなることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 5】 請求項 3 または請求項 4 に記載の熱処理装置において、

前記拡散板のうち前記配列の鉛直方向直下よりも外側に位置する端部対応部分の透過率を前記ランプ対応部分の透過率よりも高くすることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 6】 基板に対して光を照射することによって該基板を加熱する熱処理装置であって、

複数のフラッシュランプを平面状に配列した光源と、

前記光源の下方にて基板を保持する保持手段と、

前記光源と前記保持手段に保持された基板との間であってそれらと略平行に配設され、前記複数のフラッシュランプのそれぞれから出射された光を拡散させて前記基板に向かわせる拡散板と、

を備えることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 7】 請求項 6 記載の熱処理装置において、

前記拡散板のうち前記複数のフラッシュランプのそれぞれの鉛直方向直下に位置するランプ対応部分の光の透過率を相互に隣り合う前記ランプ対応部分の間のランプ間対応部分の透過率よりも低くすることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 8】 請求項 7 記載の熱処理装置において、

前記拡散板の前記ランプ対応部分の中央位置から前記ランプ間対応部分の中央位置に向けて透過率が漸次高くなることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 9】 請求項 7 または請求項 8 に記載の熱処理装置において、

前記拡散板のうち前記配列の鉛直方向直下よりも外側に位置する端部対応部分の透過率を前記ランプ対応部分の透過率よりも高くすることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 10】 請求項 6 記載の熱処理装置において、

前記拡散板は、前記保持手段に保持された基板の端縁部を除く部分の上方に位置する領域に擦りガラス状の幾何学模様を形成したガラス板であることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 1 1】 請求項 1 0 記載の熱処理装置において、  
前記幾何学模様は縞模様であることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 1 2】 請求項 1 0 記載の熱処理装置において、  
前記幾何学模様は井桁模様であることを特徴とする熱処理装置。

【請求項 1 3】 請求項 6 から請求項 1 2 のいずれかに記載の熱処理装置において、

前記複数のフラッシュランプのそれぞれはキセノンフラッシュランプであり、  
前記保持手段は、保持する基板を予備加熱するアシスト加熱手段を備えることを特徴とする熱処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、半導体ウェハーやガラス基板等（以下、単に「基板」と称する）  
に閃光を照射することにより基板を熱処理する熱処理装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来より、イオン注入後の半導体ウェハーのイオン活性化工程においては、ハロゲンランプを使用したランプアニール装置等の熱処理装置が使用されている。  
このような熱処理装置においては、半導体ウェハーを、例えば、1 0 0 0℃ないし 1 1 0 0℃程度の温度に加熱（アニール）することにより、半導体ウェハーのイオン活性化を実行している。そして、このような熱処理装置においては、ハロゲンランプより照射される光のエネルギーを利用することにより、毎秒数百度程度の速度で基板を昇温する構成となっている。

【0 0 0 3】

このようなハロゲンランプを使用したランプアニール装置には、石英板の表面を削って微細な凹凸をもつ粗面に加工したり、石英板に多数の微細な気泡が含まれるように加工したりして製作した拡散板を使用することによってウェハ面上の温度均一性を保持しているものもある（例えば、特許文献 1，2 参照）。

【0 0 0 4】

しかしながら、毎秒数百度程度の速度で基板を昇温する熱処理装置を使用して半導体ウェハのイオン活性化を実行した場合においても、半導体ウェハに打ち込まれたイオンのプロファイルがなまる、すなわち、熱によりイオンが拡散してしまうという現象が生ずることが判明した。このような現象が発生した場合においては、半導体ウェハの表面にイオンを高濃度で注入しても、注入後のイオンが拡散してしまうことから、イオンを必要以上に注入しなければならないという問題が生じていた。

## 【 0 0 0 5 】

上述した問題を解決するため、キセノンフラッシュランプ等を使用して半導体ウェハの表面に閃光を照射することにより、イオンが注入された半導体ウェハの表面のみを極めて短時間（数ミリセカンド以下）に昇温させる技術が提案されている（例えば、特許文献 3，4 参照）。キセノンフラッシュランプによる極短時間の昇温であれば、イオンが拡散するための十分な時間がないため、半導体ウェハに打ち込まれたイオンのプロファイルをなまらせることなく、イオン活性化のみを実行することができるのである。

## 【 0 0 0 6 】

## 【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 1 1 0 5 7 9 号公報

## 【特許文献 2】

特開 2 0 0 2 - 1 1 0 5 8 0 号公報

## 【特許文献 3】

特開昭 5 9 - 1 6 9 1 2 5 号公報

## 【特許文献 4】

特開昭 6 3 - 1 6 6 2 1 9 号公報

## 【 0 0 0 7 】

## 【発明が解決しようとする課題】

このようなキセノンフラッシュランプを使用する熱処理装置においては、棒状またはそれに準じる形状の複数のキセノンフラッシュランプが列設されている。それら複数のキセノンフラッシュランプを半導体ウェハから離すに従ってアニ

ールに必要なエネルギーが著しく増大するため、省エネルギーの観点からはキセノンフラッシュランプと半導体ウェハーとをある程度接近させざるを得ない。ところが、キセノンフラッシュランプと半導体ウェハーとを接近させると、ウェハー面のランプ直下の部分の照度が他の部分の照度よりも高くなるため、温度分布の面内均一性が損なわれることとなる。

## 【 0 0 0 8 】

また、複数のキセノンフラッシュランプを列設した領域は、半導体ウェハーの面積よりもかなり大きいのであるが、それにもかかわらず半導体ウェハーの端縁部における照度はそれよりも内側部における照度と比較すると多少低下することとなっていた。

## 【 0 0 0 9 】

従来のハロゲンランプを使用したランプアニール装置においても上記と同様の問題は生じていたのであるが、目標温度までの昇温時間が比較的長いため、ウェハーを回転させて照度分布の面内均一性を維持するという解決手法を採用することができた。

## 【 0 0 1 0 】

しかしながら、キセノンフラッシュランプを使用する熱処理装置においては、閃光照射による昇温時間が極めて短いため、ウェハーを回転させたとしても照度分布の面内均一性を維持することは出来ない。このため、ウェハー面における温度分布の面内均一性が損なわれて処理結果にバラツキが生じるという問題があった。

## 【 0 0 1 1 】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、基板上の照度分布の面内均一性を向上させることができる熱処理装置を提供することを目的とする。

## 【 0 0 1 2 】

## 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、請求項 1 の発明は、基板に対して光を照射することによって該基板を加熱する熱処理装置において、複数のランプを平面状に配列した光源と、前記光源の下方にて基板を保持する保持手段と、前記光源と前記保持



手段に保持された基板との間であってそれらと略平行に配設され、前記複数のランプのそれぞれから出射された光を拡散させて前記基板に向かわせる拡散板と、を備え、前記拡散板のうち前記配列の鉛直方向直下に位置する中央対応部分の光の透過率を当該中央対応部分よりも外側に位置する端部対応部分の透過率よりも低くしている。

## 【 0 0 1 3 】

また、請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明にかかる熱処理装置において、前記拡散板の前記端部対応部分から前記中央対応部分に向けて透過率を漸次低くしている。

## 【 0 0 1 4 】

また、請求項 3 の発明は、基板に対して光を照射することによって該基板を加熱する熱処理装置において、複数のランプを平面状に配列した光源と、前記光源の下方にて基板を保持する保持手段と、前記光源と前記保持手段に保持された基板との間であってそれらと略平行に配設され、前記複数のランプのそれぞれから出射された光を拡散させて前記基板に向かわせる拡散板と、を備え、前記拡散板のうち前記複数のランプのそれぞれの鉛直方向直下に位置するランプ対応部分の光の透過率を相互に隣り合う前記ランプ対応部分の間のランプ間対応部分の透過率よりも低くしている。

## 【 0 0 1 5 】

また、請求項 4 の発明は、請求項 3 の発明にかかる熱処理装置において、前記拡散板の前記ランプ対応部分の中央位置から前記ランプ間対応部分の中央位置に向けて透過率を漸次高くしている。

## 【 0 0 1 6 】

また、請求項 5 の発明は、請求項 3 または請求項 4 の発明にかかる熱処理装置において、前記拡散板のうち前記配列の鉛直方向直下よりも外側に位置する端部対応部分の透過率を前記ランプ対応部分の透過率よりも高くしている。

## 【 0 0 1 7 】

また、請求項 6 の発明は、基板に対して光を照射することによって該基板を加熱する熱処理装置において、複数のフラッシュランプを平面状に配列した光源と

、前記光源の下方にて基板を保持する保持手段と、前記光源と前記保持手段に保持された基板との間であってそれらと略平行に配設され、前記複数のフラッシュランプのそれぞれから出射された光を拡散させて前記基板に向かわせる拡散板と、を備える。

【 0 0 1 8 】

また、請求項 7 の発明は、請求項 6 の発明にかかる熱処理装置において、前記拡散板のうち前記複数のフラッシュランプのそれぞれの鉛直方向直下に位置するランプ対応部分の光の透過率を相互に隣り合う前記ランプ対応部分の間のランプ間対応部分の透過率よりも低くしている。

【 0 0 1 9 】

また、請求項 8 の発明は、請求項 7 の発明にかかる熱処理装置において、前記拡散板の前記ランプ対応部分の中央位置から前記ランプ間対応部分の中央位置に向けて透過率を漸次高くしている。

【 0 0 2 0 】

また、請求項 9 の発明は、請求項 7 または請求項 8 の発明にかかる熱処理装置において、前記拡散板のうち前記配列の鉛直方向直下よりも外側に位置する端部対応部分の透過率を前記ランプ対応部分の透過率よりも高くしている。

【 0 0 2 1 】

また、請求項 1 0 の発明は、請求項 6 の発明にかかる熱処理装置において、前記拡散板を前記保持手段に保持された基板の端縁部を除く部分の上方に位置する領域に擦りガラス状の幾何学模様を形成したガラス板としている。

【 0 0 2 2 】

また、請求項 1 1 の発明は、請求項 1 0 の発明にかかる熱処理装置において、前記幾何学模様を縞模様としている。

【 0 0 2 3 】

また、請求項 1 2 の発明は、請求項 1 0 の発明にかかる熱処理装置において、前記幾何学模様を井桁模様としている。

【 0 0 2 4 】

また、請求項 1 3 の発明は、請求項 6 から請求項 1 2 のいずれかの発明にかか

る熱処理装置において、前記複数のフラッシュランプのそれぞれをキセノンフラッシュランプとし、前記保持手段に保持する基板を予備加熱するアシスト加熱手段を備える。

【 0 0 2 5 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しつつ本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【 0 0 2 6 】

< 1. 第 1 実施形態 >

図 1 および図 2 は本発明にかかる熱処理装置の構成を示す側断面図である。この熱処理装置は、キセノンフラッシュランプからの閃光によって半導体ウェハー等の基板の熱処理を行う装置である。

【 0 0 2 7 】

この熱処理装置は、透光板 6 1、底板 6 2 および一对の側板 6 3、6 4 からなり、その内部に半導体ウェハー W を収納して熱処理するためのチャンバー 6 5 を備える。チャンバー 6 5 の上部を構成する透光板 6 1 は、例えば、石英等の赤外線透過性を有する材料から構成されており、光源 5 から出射された光を透過してチャンバー 6 5 内に導くチャンバー窓として機能している。また、チャンバー 6 5 を構成する底板 6 2 には、後述する熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 を貫通して半導体ウェハー W をその下面から支持するための支持ピン 7 0 が立設されている。

【 0 0 2 8 】

また、チャンバー 6 5 を構成する側板 6 4 には、半導体ウェハー W の搬入および搬出を行うための開口部 6 6 が形成されている。開口部 6 6 は、軸 6 7 を中心に回動するゲートバルブ 6 8 により開閉可能となっている。半導体ウェハー W は、開口部 6 6 が解放された状態で、図示しない搬送ロボットによりチャンバー 6 5 内に搬入される。また、チャンバー 6 5 内にて半導体ウェハー W の熱処理が行われるときには、ゲートバルブ 6 8 により開口部 6 6 が閉鎖される。

【 0 0 2 9 】

チャンバー 6 5 は光源 5 の下方に設けられている。光源 5 は、複数（本実施形

態においては25本)のキセノンフラッシュランプ69(以下、単に「フラッシュランプ69」とも称する)と、リフレクタ71とを備える。複数のフラッシュランプ69は、それぞれが長尺の円筒形状を有する棒状ランプであり、それぞれの長手方向が水平方向に沿うようにして互いに平行に平面状に配列されている。リフレクタ71は、複数のフラッシュランプ69の上方にそれらの全体を被うように配設されている。

#### 【0030】

このキセノンフラッシュランプ69は、その内部にキセノンガスが封入されその両端部にコンデンサーに接続された陽極および陰極が配設されたガラス管と、該ガラス管の外局部に巻回されたトリガー電極とを備える。キセノンガスは電気的には絶縁体であることから、通常の状態ではガラス管内に電気は流れない。しかしながら、トリガー電極に高電圧を印加して絶縁を破壊した場合には、コンデンサーに蓄えられた電気がガラス管内に瞬時に流れ、そのときのジュール熱でキセノンガスが加熱されて光が放出される。このキセノンフラッシュランプ69においては、予め蓄えられていた静電エネルギーが0.1ミリセカンドないし10ミリセカンドという極めて短い光パルスに変換されることから、連続点灯の光源に比べて極めて強い光を照射し得るという特徴を有する。

#### 【0031】

光源5と透光板61との間には、光拡散板(ディフューザ)72が配設されている。この光拡散板72は、赤外線透過材料としての石英ガラスの表面に光拡散加工を施したものが使用され、複数のフラッシュランプ69のそれぞれから出射された光を拡散させるものであるが、その詳細についてはさらに後述する。

#### 【0032】

フラッシュランプ69から放射された光の一部は直接に光拡散板72および透光板61を透過してチャンバー65内へと向かう。また、フラッシュランプ69から放射された光の他の一部は一旦リフレクタ71によって反射されてから光拡散板72および透光板61を透過してチャンバー65内へと向かう。

#### 【0033】

チャンバー65内には、加熱プレート74と熱拡散板73とが設けられている

。熱拡散板 7 3 は加熱プレート 7 4 の上面に貼着されている。また、熱拡散板 7 3 の表面には、半導体ウェハー W の位置ずれ防止ピン 7 5 が付設されている。

#### 【 0 0 3 4 】

加熱プレート 7 4 は、半導体ウェハー W を予備加熱（アシスト加熱）するためのものである。この加熱プレート 7 4 は、窒化アルミニウムにて構成され、その内部にヒータと該ヒータを制御するためのセンサとを収納した構成を有する。一方、熱拡散板 7 3 は、加熱プレート 7 4 からの熱エネルギーを拡散して半導体ウェハー W を均一に予備加熱するためのものである。この熱拡散板 7 3 の材質としては、サファイア（ $Al_2O_3$ ：酸化アルミニウム）や石英等の比較的熱伝導率が小さいものが採用される。

#### 【 0 0 3 5 】

熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 は、モータ 4 0 の駆動により、図 1 に示す半導体ウェハー W の搬入・搬出位置と図 2 に示す半導体ウェハー W の熱処理位置との間を昇降する構成となっている。

#### 【 0 0 3 6 】

すなわち、加熱プレート 7 4 は、筒状体 4 1 を介して移動板 4 2 に連結されている。この移動板 4 2 は、チャンバー 6 5 の底板 6 2 に釣支されたガイド部材 4 3 により案内されて昇降可能となっている。また、ガイド部材 4 3 の下端部には、固定板 4 4 が固定されており、この固定板 4 4 の中央部にはボールネジ 4 5 を回転駆動するモータ 4 0 が配設されている。そして、このボールネジ 4 5 は、移動板 4 2 と連結部材 4 6、4 7 を介して連結されたナット 4 8 と螺合している。このため、熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 は、モータ 4 0 の駆動により、図 1 に示す半導体ウェハー W の搬入・搬出位置と図 2 に示す半導体ウェハー W の熱処理位置との間を昇降することができる。

#### 【 0 0 3 7 】

図 1 に示す半導体ウェハー W の搬入・搬出位置は、図示しない搬送ロボットを使用して開口部 6 6 から搬入した半導体ウェハー W を支持ピン 7 0 上に載置し、あるいは、支持ピン 7 0 上に載置された半導体ウェハー W を開口部 6 6 から搬出することができるように、熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 が下降した位置

である。この状態においては、支持ピン 7 0 の上端は、熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 に形成された貫通孔を通過し、熱拡散板 7 3 の表面より上方に突出する。

#### 【 0 0 3 8 】

一方、図 2 に示す半導体ウェハ W の熱処理位置は、半導体ウェハ W に対して熱処理を行うために、熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 が支持ピン 7 0 の上端より上方に上昇した位置である。熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 が図 1 の搬入・搬出位置から図 2 の熱処理位置に上昇する過程において、支持ピン 7 0 に載置された半導体ウェハ W は熱拡散板 7 3 によって受け取られ、その下面を熱拡散板 7 3 の表面に支持されて上昇し、チャンバー 6 5 内の透光板 6 1 に近接した位置に水平姿勢にて保持される。逆に、熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 が熱処理位置から搬入・搬出位置に下降する過程においては、熱拡散板 7 3 に支持された半導体ウェハ W は支持ピン 7 0 に受け渡される。

#### 【 0 0 3 9 】

半導体ウェハ W を支持する熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 が熱処理位置に上昇した状態においては、それらに保持された半導体ウェハ W と光源 5 との間に透光板 6 1 が位置することとなる。なお、このときの熱拡散板 7 3 と光源 5 との間の距離についてはモータ 4 0 の回転量を制御することにより任意の値に調整することが可能である。

#### 【 0 0 4 0 】

また、チャンバー 6 5 の底板 6 2 と移動板 4 2 との間には筒状体 4 1 の周囲を取り囲むようにしてチャンバー 6 5 を気密状態に維持するための伸縮自在の蛇腹 7 7 が配設されている。熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 が熱処理位置まで上昇したときには蛇腹 7 7 が収縮し、熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 が搬入・搬出位置まで下降したときには蛇腹 7 7 が伸長してチャンバー 6 5 内の雰囲気と外部雰囲気とを遮断する。

#### 【 0 0 4 1 】

チャンバー 6 5 における開口部 6 6 と反対側の側板 6 3 には、開閉弁 8 0 に連通接続された導入路 7 8 が形成されている。この導入路 7 8 は、チャンバー 6 5

内に処理に必要なガス、例えば不活性な窒素ガスを導入するためのものである。一方、側板 6 4 における開口部 6 6 には、開閉弁 8 1 に連通接続された排出路 7 9 が形成されている。この排出路 7 9 は、チャンバー 6 5 内の気体を排出するためのものであり、開閉弁 8 1 を介して図示しない排気手段と接続されている。

## 【 0 0 4 2 】

以上のような熱処理装置の構成において、光拡散板 7 2 は、光源 5 のフラッシュランプ 6 9 の配列およびチャンバー 6 5 内にて熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 によって熱処理位置に保持された半導体ウェハー W と平行に配設された平板状の部材である。複数のフラッシュランプ 6 9 は水平面に沿って配列され、半導体ウェハー W は熱拡散板 7 3 によって水平姿勢に保持されるため、光拡散板 7 2 も水平面に沿って配設されることとなる。

## 【 0 0 4 3 】

図 3 は、第 1 実施形態の光拡散板 7 2 を説明するための図である。上述したように光拡散板 7 2 は、赤外線透過材料としての石英ガラスの表面に光拡散加工を施したものである。石英は耐熱性、強度が高く、しかも光減衰率が少ないため光拡散板 7 2 の材質として適している。光拡散板 7 2 の材質としては、熔融石英よりも合成石英の方がフラッシュ加熱に寄与する紫外線領域の光の減衰が少なく好適である。

## 【 0 0 4 4 】

図 3 に示すように、第 1 実施形態の光拡散板 7 2 には複数種類の光拡散加工が施されている。まず、光拡散板 7 2 のうち複数のフラッシュランプ 6 9 の配列の鉛直方向直下よりも外側に位置する端部対応部分 7 2 a には特に光拡散加工は施さない。そして、光拡散板 7 2 のうち複数のフラッシュランプ 6 9 の配列の鉛直方向直下に位置する中央対応部分（端部対応部分 7 2 a 以外の部分）には強い光拡散加工と弱い光拡散加工とを交互に縞状に施している。すなわち、複数のフラッシュランプ 6 9 のそれぞれの鉛直方向直下に位置するランプ対応部分 7 2 b には強い光拡散加工を施し、相互に隣り合うランプ対応部分 7 2 b の間のランプ間対応部分 7 2 c には弱い光拡散加工を施している。

## 【 0 0 4 5 】

具体的な上述の如き光拡散加工の手法としては、例えばマスキングプロセスとブラスト工法との組み合わせを採用することができる。この手法によるときには、まず光拡散加工が全く施されていない光拡散板 7 2 の全面にフォトレジスト（感光剤）を塗布してマスクパターンの露光処理および現像処理を行うことにより、ランプ間対応部分 7 2 c のみが露出してそれ以外の部分がフォトレジストによって覆われた状態とする。そしてこのようなマスク状態にて、例えばサンドブラスト等のブラスト工法によって表面加工を行うことにより、ランプ間対応部分 7 2 c のみに光拡散加工が施されることとなる。ランプ間対応部分 7 2 c にサンドブラスト処理を行うときには、比較的粒度の粗い研磨剤を使用することにより弱い光拡散加工とする。

## 【 0 0 4 6 】

次に、上記のフォトレジストを一旦全て剥離した後、再び光拡散板 7 2 の全面にフォトレジストを塗布して上述とは異なるマスクパターンの露光処理および現像処理を行うことにより、ランプ対応部分 7 2 b のみが露出してそれ以外の部分がフォトレジストによって覆われた状態とする。そしてこのようなマスク状態にて、再度サンドブラスト等のブラスト工法によって表面加工を行うことにより、ランプ対応部分 7 2 b のみに光拡散加工が施されることとなる。ランプ対応部分 7 2 b にサンドブラスト処理を行うときには、ランプ間対応部分 7 2 c よりも粒度の細かい研磨剤を使用することにより強い光拡散加工とする。このようにして図 3 に示す如き光拡散板 7 2 を得る。

## 【 0 0 4 7 】

以上のような光拡散加工を施した結果、強い光拡散加工が施されたランプ対応部分 7 2 b の光の透過率（厳密にはフラッシュランプ 6 9 から出射される光の透過率）が弱い光拡散加工が施されたランプ間対応部分 7 2 c の透過率よりも低くなる。また、特に光拡散加工を施していない端部対応部分 7 2 a の光の透過率が中央対応部分（ランプ対応部分 7 2 b およびランプ間対応部分 7 2 c）の透過率よりも高くなる。つまり、光拡散板 7 2 の両端部の光の透過率が最も高くなり、それらの間に透過率の高い部分と低い部分とが交互に縞状に形成されることとなる。



## 【 0 0 4 8 】

次に、上記構成を有する熱処理装置による半導体ウェハーWの熱処理動作について説明する。この熱処理装置において処理対象となる半導体ウェハーWは、イオン注入後の半導体ウェハーである。

## 【 0 0 4 9 】

この熱処理装置においては、熱拡散板73および加熱プレート74が図1に示す半導体ウェハーWの搬入・搬出位置に配置された状態にて、図示しない搬送ロボットにより開口部66を介して半導体ウェハーWが搬入され、支持ピン70上に載置される。半導体ウェハーWの搬入が完了すれば、開口部66がゲートバルブ68により閉鎖される。しかる後、熱拡散板73および加熱プレート74がモータ40の駆動により図2に示す半導体ウェハーWの熱処理位置まで上昇し、半導体ウェハーWを水平姿勢にて保持する。また、開閉弁80および開閉弁81を開いてチャンバー65内に窒素ガスの気流を形成する。

## 【 0 0 5 0 】

熱拡散板73および加熱プレート74は、加熱プレート74に内蔵されたヒータの作用により予め所定温度に加熱されている。このため、熱拡散板73および加熱プレート74が半導体ウェハーWの熱処理位置まで上昇した状態においては、半導体ウェハーWが加熱状態にある熱拡散板73と接触することにより予備加熱され、半導体ウェハーWの温度が次第に上昇する。

## 【 0 0 5 1 】

この状態においては、半導体ウェハーWは熱拡散板73により継続して加熱される。そして、半導体ウェハーWの温度上昇時には、図示しない温度センサにより、半導体ウェハーWの表面温度が予備加熱温度T1に到達したか否かを常に監視する。

## 【 0 0 5 2 】

なお、この予備加熱温度T1は、例えば200℃ないし600℃程度、好ましくは350℃～550℃程度の温度である。半導体ウェハーWをこの程度の予備加熱温度T1まで加熱したとしても、半導体ウェハーWに打ち込まれたイオンが拡散してしまうことはない。

## 【 0 0 5 3 】

やがて、半導体ウェハ－Wの表面温度が予備加熱温度T 1 に到達すると、フラッシュランプ 6 9 を点灯してフラッシュ加熱を行う。このフラッシュ加熱工程におけるフラッシュランプ 6 9 の点灯時間は、0. 1 ミリセカンドないし 1 0 ミリセカンド程度の時間である。このように、フラッシュランプ 6 9 においては、予め蓄えられていた静電エネルギーがこのように極めて短い光パルスに変換されることから、極めて強い閃光が照射されることになる。

## 【 0 0 5 4 】

このようなフラッシュ加熱により、半導体ウェハ－Wの表面温度は瞬間的に温度T 2 に到達する。この温度T 2 は、1 0 0 0℃ないし 1 1 0 0℃程度の半導体ウェハ－Wのイオン活性化処理に必要な温度である。半導体ウェハ－Wの表面がこのような処理温度T 2 にまで昇温されることにより、半導体ウェハ－W中に打ち込まれたイオンが活性化される。

## 【 0 0 5 5 】

このとき、半導体ウェハ－Wの表面温度が0. 1 ミリセカンドないし 1 0 ミリセカンド程度の極めて短い時間で処理温度T 2 まで昇温されることから、半導体ウェハ－W中のイオン活性化は短時間で完了する。従って、半導体ウェハ－Wに打ち込まれたイオンが拡散することはなく、半導体ウェハ－Wに打ち込まれたイオンのプロファイルがなまるといふ現象の発生を防止することが可能となる。なお、イオン活性化に必要な時間はイオンの拡散に必要な時間に比較して極めて短いため、0. 1 ミリセカンドないし 1 0 ミリセカンド程度の拡散が生じない短時間であってもイオン活性化は完了する。

## 【 0 0 5 6 】

また、フラッシュランプ 6 9 を点灯して半導体ウェハ－Wを加熱する前に、加熱プレート 7 4 を使用して半導体ウェハ－Wの表面温度を 2 0 0℃ないし 6 0 0℃程度の予備加熱温度T 1 まで加熱していることから、フラッシュランプ 6 9 により半導体ウェハ－Wを 1 0 0 0℃ないし 1 1 0 0℃程度の処理温度T 2 まで速やかに昇温させることが可能となる。

## 【 0 0 5 7 】

フラッシュ加熱工程が終了した後に、熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 がモータ 4 0 の駆動により図 1 に示す半導体ウェハ W の搬入・搬出位置まで下降するとともに、ゲートバルブ 6 8 により閉鎖されていた開口部 6 6 が解放される。そして、支持ピン 7 0 上に載置された半導体ウェハ W が図示しない搬送ロボットにより搬出される。以上のようにして、一連の熱処理動作が完了する。

## 【 0 0 5 8 】

ところで、第 1 実施形態の熱処理装置は複数種類の異なる透過率領域を有する光拡散板 7 2 を備えている。ここで仮に光拡散板 7 2 を配置することなくフラッシュ加熱を行うと、半導体ウェハ W 上の照度分布のバラツキが大きくなる。図 4 は、半導体ウェハ W の表面におけるフラッシュランプ 6 9 から照射される光の照度とフラッシュランプ 6 9 の列設方向の位置との関係を模式的に示す図である。同図において、符号 A は光拡散板 7 2 を配置していないときの半導体ウェハ W 上の照度分布を示している。図 4 の符号 A にて示すように、熱処理位置の半導体ウェハ W と光源 5 とをある程度近接させ、かつ光拡散板 7 2 を配置しないと照度分布の不均一性が大きくなる。

## 【 0 0 5 9 】

これに対して、第 1 実施形態の熱処理装置のように光拡散板 7 2 を設置した状態にてフラッシュ加熱を行えば、複数のフラッシュランプ 6 9 のそれぞれから出射された光が拡散されて熱処理位置の半導体ウェハ W に向かうこととなるため、半導体ウェハ W 上の照度分布の不均一性が緩和される。

## 【 0 0 6 0 】

特に、第 1 実施形態の光拡散板 7 2 においては、端部対応部分 7 2 a の光の透過率が中央対応部分の透過率よりも高いため、フラッシュランプ 6 9 が配列されている中央部分からの光がより強く拡散されることとなり、半導体ウェハ W 上の照度分布の面内均一性がより向上する。

## 【 0 0 6 1 】

また、ランプ対応部分 7 2 b の光の透過率がランプ間対応部分 7 2 c の透過率よりも低くなるため、複数のフラッシュランプ 6 9 のそれぞれから出射されて鉛直方向直下に向かう光が強く拡散される一方、隣接するフラッシュランプ 6 9 間

の直下位置では光拡散の程度が弱められ、その結果半導体ウェハ－W上の照度分布の面内均一性がより向上することとなる。

【 0 0 6 2 】

以上のように、図 3 に示す如き光拡散板 7 2 を配置した熱処理装置においてフラッシュ加熱を行うと、半導体ウェハ－W上の照度分布は図 4 の符号 B にて示すようなものとなり、符号 A と比較して半導体ウェハ－W上の照度分布の面内均一性が向上している。

【 0 0 6 3 】

## < 2. 第 2 実施形態 >

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。第 2 実施形態の熱処理装置が第 1 実施形態の熱処理装置と異なるのは光拡散板 7 2 の構成であり、残余の構成および動作については同一であるためその詳説は省略する。

【 0 0 6 4 】

図 5 は、第 2 実施形態の光拡散板 7 2 を説明するための図である。第 2 実施形態の光拡散板 7 2 の配設態様や材質は第 1 実施形態と同じであるが、光拡散加工を行う領域の態様が異なる。

【 0 0 6 5 】

図 5 に示すように、第 2 実施形態の光拡散板 7 2 にも複数種類の光拡散加工が施されている。まず、光拡散板 7 2 のうち複数のフラッシュランプ 6 9 の配列の鉛直方向直下よりも外側に位置する端部対応部分 7 2 a には特に光拡散加工は施さない。そして、光拡散板 7 2 のうち端部対応部分 7 2 a よりも内側に位置する中央対応部分（端部対応部分 7 2 a 以外の部分）には 3 段階の光拡散加工を繰り返し縞状に施している。すなわち、複数のフラッシュランプ 6 9 のそれぞれの鉛直方向直下に位置するランプ対応部分 7 2 b には最も強い光拡散加工を施し、相互に隣り合うランプ対応部分 7 2 b の間の中心近傍に位置するランプ間中心対応部分 7 2 d には最も弱い光拡散加工を施し、ランプ対応部分 7 2 b とランプ間中心対応部分 7 2 d との間の遷移領域部分 7 2 e にはそれらの中間程度の光拡散加工を施す。

【 0 0 6 6 】

具体的な上述の如き光拡散加工の手法としては、第 1 実施形態と同様に例えばマスキングプロセスとブラスト工法との組み合わせを採用することができる。3 種類のマスクパターンを順次形成するとともに、その都度異なる粒度の研磨剤を 3 段階に分けて使用することによって図 5 に示す如き光拡散板 7 2 を得ることができる。

#### 【 0 0 6 7 】

なお、端部対応部分 7 2 a の内側に直接隣接する部分はランプ間中心対応部分 7 2 d として取り扱い、そのランプ間中心対応部分 7 2 d と最も端のフラッシュランプ 6 9 の鉛直方向直下に位置するランプ対応部分 7 2 b との間は遷移領域部分 7 2 e として扱う。

#### 【 0 0 6 8 】

以上のような光拡散加工を施した結果、ランプ対応部分 7 2 b の中央位置からランプ間中心対応部分 7 2 d (つまりランプ間対応部分 7 2 c の中央位置) に向けて透過率が漸次高くなる。また、端部対応部分 7 2 a からそれと最近接のランプ対応部分 7 2 b に向けて (つまり中央対応部分に向けて) 透過率が漸次低くなる。すなわち、光拡散板 7 2 の両端部の光の透過率が最も高くなるとともに、複数のフラッシュランプ 6 9 のそれぞれの鉛直方向直下位置の光の透過率が最も低くなり、それらのそれぞれの間では段階的に透過率が変化している。

#### 【 0 0 6 9 】

このようにしても、第 1 実施形態と同様の効果が得られるのに加えて、光拡散の程度がより精細に調整されることとなり、半導体ウェハ W 上の照度分布の面内均一性がより向上することとなる。

#### 【 0 0 7 0 】

### < 3. 第 3 実施形態 >

次に、本発明の第 3 実施形態について説明する。第 3 実施形態の熱処理装置が第 1 実施形態の熱処理装置と異なるのは光拡散板 7 2 の構成であり、残余の構成および動作については同一であるためその詳説は省略する。

#### 【 0 0 7 1 】

図 6 は、第 3 実施形態の光拡散板 1 7 2 を説明するための図である。第 3 実施

形態の光拡散板 1 7 2 の配設態様や材質は第 1 実施形態の光拡散板 7 2 と同じである。但し、第 3 実施形態の光拡散板 1 7 2 は、2 枚の光拡散板 1 7 2 A、1 7 2 B を貼り合わせて作成される。

#### 【0 0 7 2】

図 6 (a) に示すように、光拡散板 1 7 2 A のうち複数のフラッシュランプ 6 9 の配列の鉛直方向直下よりも外側に位置する端部対応部分 1 7 2 a には特に光拡散加工は施さない。そして、複数のフラッシュランプ 6 9 のそれぞれの鉛直方向直下に位置するランプ対応部分 1 7 2 b には強い光拡散加工を施し、相互に隣り合うランプ対応部分 1 7 2 b の間のランプ間対応部分 1 7 2 c には光拡散加工を施さない。

#### 【0 0 7 3】

また、光拡散板 1 7 2 B のうち複数のフラッシュランプ 6 9 の配列の鉛直方向直下よりも外側に位置する端部対応部分 1 7 2 a には特に光拡散加工は施さない。そして、複数のフラッシュランプ 6 9 のそれぞれの鉛直方向直下に位置するランプ対応部分 1 7 2 b にも光拡散加工を施さず、相互に隣り合うランプ対応部分 1 7 2 b の間のランプ間対応部分 1 7 2 c には弱い光拡散加工を施す。

#### 【0 0 7 4】

具体的な光拡散加工の手法としては、第 1 実施形態と同様に例えばマスキングプロセスとブラスト工法との組み合わせを採用することができる。第 3 実施形態においては、光拡散板 1 7 2 A、1 7 2 B のそれぞれは 1 種類のマスクパターンを形成するのみで容易に作成することができる。

#### 【0 0 7 5】

そして、2 枚の光拡散板 1 7 2 A、1 7 2 B を貼り合わせることによって図 6 (b) に示すような光拡散板 1 7 2 を得ることができる。この光拡散板 1 7 2 を第 1 実施形態と同様に、複数のフラッシュランプ 6 9 の配列および熱処理位置に保持された半導体ウェハー W と平行に配設する。

#### 【0 0 7 6】

このようにして構成された光拡散板 1 7 2 においては、強い光拡散加工が施されたランプ対応部分 1 7 2 b の光の透過率が弱い光拡散加工が施されたランプ間

対応部分 1 7 2 c の透過率よりも低くなる。また、特に光拡散加工を施していない端部対応部分 1 7 2 a の光の透過率が中央対応部分の透過率よりも高くなる。つまり、第 1 実施形態の光拡散板 7 2 と同じく、光拡散板 1 7 2 の両端部の光の透過率が最も高くなり、それらの間に透過率の高い部分と低い部分とが交互に縞状に形成されることとなる。

## 【 0 0 7 7 】

このようにしても、第 1 実施形態と同様の効果が得られるのに加えて、光拡散板 1 7 2 A, 1 7 2 B は比較的容易に作成することが可能である。また、光拡散板 1 7 2 A, 1 7 2 B の如き 1 種類のマスクパターンにて作成できる光拡散板を多数用意しておいて、それらを適宜組み合わせることによって所望の透過率パターンを有する光拡散板を容易に作成することができる。

## 【 0 0 7 8 】

## &lt; 4. 第 4 実施形態 &gt;

次に、本発明の第 4 実施形態について説明する。第 4 実施形態の熱処理装置が第 1 実施形態の熱処理装置と異なるのは光拡散板 7 2 の構成であり、残余の構成および動作については同一であるためその詳説は省略する。

## 【 0 0 7 9 】

図 7 は、第 4 実施形態の光拡散板 1 7 2 を説明するための図である。第 4 実施形態の光拡散板 1 7 2 の配設態様や材質は第 1 実施形態の光拡散板 7 2 と同じである。但し、第 4 実施形態の光拡散板 1 7 2 は、第 3 実施形態と同様に 2 枚の光拡散板 1 7 2 A, 1 7 2 B を貼り合わせて作成される。

## 【 0 0 8 0 】

図 7 (a) に示すように、光拡散板 1 7 2 A の全面に弱い光拡散加工を施す。また、光拡散板 1 7 2 B のうち複数のフラッシュランプ 6 9 の配列の鉛直方向直下よりも外側に位置する端部対応部分 1 7 2 a には特に光拡散加工は施さない。そして、複数のフラッシュランプ 6 9 のそれぞれの鉛直方向直下に位置するランプ対応部分 1 7 2 b には弱い光拡散加工を施し、相互に隣り合うランプ対応部分 1 7 2 b の間のランプ間対応部分 1 7 2 c には光拡散加工を施さない。

## 【 0 0 8 1 】

具体的な光拡散加工の手法としては、第 1 実施形態と同様に例えばマスキングプロセスとブラスト工法との組み合わせを採用することができる。第 4 実施形態においては、光拡散板 1 7 2 A の作成にはマスクパターンが不要であり、光拡散板 1 7 2 B は 1 種類のマスクパターンを形成するのみで容易に作成することができる。

#### 【 0 0 8 2 】

そして、2 枚の光拡散板 1 7 2 A、1 7 2 B を貼り合わせることによって図 7 (b) に示すような光拡散板 1 7 2 を得ることができる。この光拡散板 1 7 2 を第 1 実施形態と同様に、複数のフラッシュランプ 6 9 の配列および熱処理位置に保持された半導体ウェハー W と平行に配設する。

#### 【 0 0 8 3 】

このようにして構成された光拡散板 1 7 2 においては、光拡散加工が施された領域が重ね合わされたランプ対応部分 1 7 2 b の光の透過率がランプ間対応部分 1 7 2 c の透過率よりも低くなる。また、端部対応部分 1 7 2 a の光の透過率がランプ対応部分 1 7 2 b の光の透過率よりも高くなる。

#### 【 0 0 8 4 】

このようにしても、第 1 実施形態と同様の効果が得られるのに加えて、光拡散板 1 7 2 A、1 7 2 B は比較的容易に作成することが可能である。また、第 3 実施形態と同様に、複数種類の光拡散板を適宜組み合わせることによって所望の透過率パターンを有する光拡散板を容易に作成することができる。

#### 【 0 0 8 5 】

### < 5. 第 5 実施形態 >

次に、本発明の第 5 実施形態について説明する。第 5 実施形態の熱処理装置が第 1 実施形態の熱処理装置と異なるのは光拡散板 7 2 の構成であり、残余の構成および動作については同一であるためその詳説は省略する。

#### 【 0 0 8 6 】

図 8 は、第 5 実施形態の光拡散板 7 2 の一例を示す平面図である。第 5 実施形態においては、熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 に保持された半導体ウェハー W の端縁部を除く部分（以下、内側部分）の上方に位置する領域に擦りガラス



状の幾何学模様を形成した石英ガラス板を光拡散板 7 2 としており、図 8 の例では幾何学模様として擦りガラス状の縞模様 9 1 を形成している。

【 0 0 8 7 】

このような擦りガラス状の縞模様 9 1 を形成する手法としては、第 1 実施形態と同様に例えばマスキングプロセスとブラスト工法との組み合わせを採用することができる。すなわち、縞模様のマスクパターンを形成するとともに、# 4 0 0 或いは # 6 0 0 の粒度の研磨剤を使用したブラスト工法によって図 8 に示す如き光拡散板 7 2 を得ることができる。第 5 実施形態においては、光拡散板 7 2 の表面のうち熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 に保持された半導体ウェハー W の内側部分直上に位置する領域に擦りガラス状の縞模様 9 1 を形成しており、縞模様 9 1 を形成していない部分については何らの光拡散加工をも施さない。

【 0 0 8 8 】

既述したように、半導体ウェハー W の端縁部における照度は内側部分における照度よりも多少低下する傾向にある。そこで、図 8 の如き光拡散板 7 2 を使用すると、半導体ウェハー W の内側部分の上方に位置する領域における縞模様 9 1 の面積と同領域における縞模様 9 1 を形成していない部分の面積との比率に応じて、フラッシュ加熱時の半導体ウェハー W の内側部分の照度が低下する。すなわち、半導体ウェハー W の内側部分の上方に位置する領域における縞模様 9 1 の面積が大きくなるにつれて、フラッシュ加熱時の半導体ウェハー W の内側部分の照度の低下も大きくなる。

【 0 0 8 9 】

このため、半導体ウェハー W の内側部分の照度が端縁部と同程度にまで低下するような面積比に縞模様 9 1 を形成すれば、フラッシュ加熱時における半導体ウェハー W 上の全面の照度分布が均一になる。

【 0 0 9 0 】

ところで、半導体ウェハー W の内側部分の上方に位置する領域全面に弱い擦りガラス処理（光拡散加工）を施しても半導体ウェハー W の内側部分の照度を端縁部と同程度にすることは理論上可能であるが、そのような弱い擦りガラス処理は工業的には再現性が低く現実的ではない。これに対して第 5 実施形態のように、

# 4 0 0 或いは # 6 0 0 の粒度の研磨剤を使用した強い擦りガラス処理であれば、工業的にも安定して同一の表面粗さの擦りガラス状態を再現性良く実現することができる。そして、第 5 実施形態では、半導体ウェハー W の内側部分の上方に位置する領域における縞模様 9 1 の面積と同領域における縞模様 9 1 を形成していない部分の面積との比率を工業的に安定して調整することによってフラッシュ加熱時の半導体ウェハー W の内側部分の照度を精度良く調整しているのである。なお、# 4 0 0 の粒度の研磨剤を使用した擦りガラス処理であれば平均表面粗さ (R a) が約  $1.16\mu\text{m}$  となり、# 6 0 0 の粒度の研磨剤を使用した擦りガラス処理であれば平均表面粗さが約  $0.36\mu\text{m}$  となる。

## 【 0 0 9 1 】

また、縞模様 9 1 がそのまま半導体ウェハー W 上に投影された場合には却って照度分布の均一性を損なうおそれもあるが、第 5 実施形態では縞模様 9 1 のピッチをフラッシュランプ 6 9 の配列ピッチよりも小さくすることによって縞模様 9 1 のパターンがそのまま半導体ウェハー W 上に投影されることを防止している。

## 【 0 0 9 2 】

## &lt; 6. 変形例 &gt;

以上、本発明の実施の形態について説明したが、この発明は上記の例に限定されるものではない。例えば、上記実施形態においては光源 5 に 2 5 本のフラッシュランプ 6 9 を備えるようにしていたが、これに限定されずフラッシュランプ 6 9 の本数は任意のものとすることができる。

## 【 0 0 9 3 】

また、拡散板 7 2 は光源 5 と熱処理位置に保持された半導体ウェハー W との間であれば任意の位置に配設することができる。

## 【 0 0 9 4 】

また、拡散板 7 2 の作成はマスクングプロセスとブラスト工法との組み合わせに限定されるものではなく、例えば石英ガラス中に多数の微細な気泡が含まれるような加工により作成するようにしても良い。また、ブラスト工法としてはエアブラスト等を採用するようにしても良い。もっとも、上記各実施形態の拡散板のように透過率の異なる複数領域を形成する場合には、マスクングプロセスを用

いることにより確実な製作が可能となる。

【 0 0 9 5 】

また、光源 5 にフラッシュランプ 6 9 に代えて他の種類のランプ（例えばハロゲンランプ）を備え、当該ランプからの光照射によって半導体ウェハ W の加熱を行う熱処理装置であっても本発明に係る技術を適用することができる。この場合であっても、複数のランプのそれぞれから出射されて鉛直方向直下に向かう光が強く拡散される一方、隣接するランプ間の直下位置では光拡散の程度が弱められ、その結果半導体ウェハ W 上の照度分布の面内均一性がより向上することとなる。

【 0 0 9 6 】

また、上記第 1 から第 4 実施形態においては、光拡散板 7 2 に透過率の異なる複数の領域を形成するようにしていたが、光拡散板 7 2 の全面が均一な透過率を有するような光拡散加工を施すようにしても良い。このような全面が均一な透過率を有する光拡散板 7 2 であっても、複数のランプのそれぞれから出射されて鉛直方向直下に向かう光が拡散されるため、光拡散板 7 2 を設けない場合に比較して半導体ウェハ W 上の照度分布の面内均一性を向上させることができる。特に、光源 5 にフラッシュランプを備える場合は、既述した如くウェハ回転によって照度分布の面内均一性を維持することが不可能であるため、光拡散板 7 2 によって照度分布の面内均一性を向上させる意義は大きい。

【 0 0 9 7 】

また、上記第 5 実施形態において、図 9 または図 1 0 に示すような光拡散板 7 2 を使用するようにしても良い。図 9 の例では、熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 に保持された半導体ウェハ W の内側部分の上方に位置する領域に擦りガラス状の井桁模様 9 2 を形成している。また、図 1 0 の例では、熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 に保持された半導体ウェハ W の内側部分の上方に位置する領域に擦りガラス状のカゴメ模様 9 3 を形成している。これらの模様を形成する手法は第 5 実施形態と同じものとすれば良い。

【 0 0 9 8 】

このようにしても、半導体ウェハ W の内側部分の照度が端縁部と同程度にま

で低下するような面積比に井桁模様 9 2 またはカゴメ模様 9 3 を形成すれば、フラッシュ加熱時における半導体ウェハー W 上の照度分布が均一になる。しかも、井桁模様 9 2 またはカゴメ模様 9 3 による面積比の調整は工業的に安定して行うことができる。すなわち、熱拡散板 7 3 および加熱プレート 7 4 に保持された半導体ウェハー W の内側部分の上方に位置する領域に擦りガラス状の幾何学模様を形成し、同領域における幾何学模様の面積と幾何学模様を形成していない部分の面積との比率を調整することによって、半導体ウェハー W の内側部分の照度を端縁部と同程度にまで低下させてフラッシュ加熱時の半導体ウェハー W 上の照度分布を均一にすることができるのである。

## 【 0 0 9 9 】

また、擦りガラス状の幾何学模様を半導体ウェハー W の内側部分の上方だけでなく光拡散板 7 2 の全面に形成するようにしても良い。このようにしても、複数のランプのそれぞれから出射されて鉛直方向直下に向かう光が拡散されるため、光拡散板 7 2 を設けない場合に比較して半導体ウェハー W 上の照度分布の面内均一性を向上させることができる。特に、光源 5 にフラッシュランプを備える場合は、上述と同様の理由により、光拡散板 7 2 によって照度分布の面内均一性を向上させる意義が大きい。

## 【 0 1 0 0 】

また、上記各実施形態においては、アシスト加熱手段として加熱プレート 7 4 を使用していたが、半導体ウェハー W を保持する手段の下方に複数のランプ群（例えば複数のハロゲンランプ）を設け、それらからの光照射によってアシスト加熱を行うようにしても良い。この場合、アシスト加熱を行うランプ群と半導体ウェハー W との間に上記各実施形態の如き光拡散板を設けることにより、アシスト加熱時における半導体ウェハー W 上の照度分布の面内均一性がより向上することとなる。

## 【 0 1 0 1 】

また、上記各実施形態においては、半導体ウェハーに光を照射してイオン活性化処理を行うようにしていたが、本発明にかかる熱処理装置による処理対象となる基板は半導体ウェハーに限定されるものではない。例えば、窒化シリコン膜や

多結晶シリコン膜等の種々のシリコン膜が形成されたガラス基板に対して本発明にかかる熱処理装置による処理を行っても良い。一例として、CVD法によりガラス基板上に形成した多結晶シリコン膜にシリコンをイオン注入して非晶質化した非晶質シリコン膜を形成し、さらにその上に反射防止膜となる酸化シリコン膜を形成する。この状態で、本発明にかかる熱処理装置により非晶質のシリコン膜の全面に光照射を行い、非晶質のシリコン膜が多結晶化した多結晶シリコン膜を形成することもできる。

#### 【0102】

また、ガラス基板上に下地酸化シリコン膜、アモルファスシリコンを結晶化したポリシリコン膜を形成し、そのポリシリコン膜にリンやボロン等の不純物をドーピングした構造のTFT基板に対して本発明にかかる熱処理装置により光照射を行い、ドーピング工程で打ち込まれた不純物の活性化を行うこともできる。

#### 【0103】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、請求項1の発明によれば、拡散板のうちランプ配列の鉛直方向直下に位置する中央対応部分の光の透過率を当該中央対応部分よりも外側に位置する端部対応部分の透過率よりも低くしているため、ランプが配列されている中央部分からの光がより強く拡散されることとなり、基板上的照度分布の面内均一性が向上する。

#### 【0104】

また、請求項2の発明によれば、拡散板の端部対応部分から中央対応部分に向けて透過率を漸次低くしているため、光拡散の程度がより精細に調整されることとなり、基板上的照度分布の面内均一性がより向上する。

#### 【0105】

また、請求項3の発明によれば、拡散板のうち複数のランプのそれぞれの鉛直方向直下に位置するランプ対応部分の光の透過率を相互に隣り合うランプ対応部分の間のランプ間対応部分の透過率よりも低くしているため、複数のランプのそれぞれから出射されて鉛直方向直下に向かう光が強く拡散される一方、隣接するランプ間の直下位置では光拡散の程度が弱められ、その結果基板上的照度分布の

面内均一性が向上する。

【 0 1 0 6 】

また、請求項 4 の発明によれば、拡散板のランプ対応部分の中央位置からランプ間対応部分の中央位置に向けて透過率が漸次高くなるため、光拡散の程度がより精細に調整されることとなり、基板上の照度分布の面内均一性がより向上する。

【 0 1 0 7 】

また、請求項 5 の発明によれば、拡散板のうちランプ配列の鉛直方向直下よりも外側に位置する端部対応部分の透過率をランプ対応部分の透過率よりも高くしているため、ランプが配列されている部分からの光がより強く拡散されることとなり、基板上の照度分布の面内均一性がより向上する。

【 0 1 0 8 】

また、請求項 6 の発明によれば、光源と保持手段に保持された基板との間であってそれらと略平行に配設され、複数のフラッシュランプのそれぞれから出射された光を拡散させて基板に向かわせる拡散板を備えるため、基板上の照度分布の面内均一性が向上する。

【 0 1 0 9 】

また、請求項 7 の発明によれば、拡散板のうち複数のフラッシュランプのそれぞれの鉛直方向直下に位置するランプ対応部分の光の透過率を相互に隣り合うランプ対応部分の間のランプ間対応部分の透過率よりも低くしているため、複数のフラッシュランプのそれぞれから出射されて鉛直方向直下に向かう光が強く拡散される一方、隣接するフラッシュランプ間の直下位置では光拡散の程度が弱められ、その結果基板上の照度分布の面内均一性が向上する。

【 0 1 1 0 】

また、請求項 8 の発明によれば、拡散板のランプ対応部分の中央位置からランプ間対応部分の中央位置に向けて透過率が漸次高くなるため、光拡散の程度がより精細に調整されることとなり、基板上の照度分布の面内均一性がより向上する。

【 0 1 1 1 】

また、請求項 9 の発明によれば、拡散板のうちランプ配列の鉛直方向直下よりも外側に位置する端部対応部分の透過率をランプ対応部分の透過率よりも高くしているため、フラッシュランプが配列されている部分からの光がより強く拡散されることとなり、基板上の照度分布の面内均一性がより向上する。

【 0 1 1 2 】

また、請求項 1 0 の発明によれば、保持手段に保持された基板の端縁部を除く部分の上方に位置する領域に擦りガラス状の幾何学模様を形成したガラス板を拡散板としているため、基板の端縁部を除く部分の照度が若干低下することとなり、基板上の照度分布の面内均一性が向上する。

【 0 1 1 3 】

また、請求項 1 1 の発明によれば、幾何学模様が縞模様であるため、容易に拡散板を作成することができる。

【 0 1 1 4 】

また、請求項 1 2 の発明によれば、幾何学模様が井桁模様であるため、容易に拡散板を作成することができる。

【 0 1 1 5 】

また、請求項 1 3 の発明によれば、複数のフラッシュランプのそれぞれがキセノンフラッシュランプであり、保持手段が保持する基板を予備加熱するアシスト加熱手段を備えるため、キセノンフラッシュランプによる基板上の照度分布の面内均一性がより向上する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明にかかる熱処理装置の構成を示す側断面図である。

【図 2】

本発明にかかる熱処理装置の構成を示す側断面図である。

【図 3】

第 1 実施形態の光拡散板を説明するための図である。

【図 4】

光拡散板を配置していないときの半導体ウェハの表面におけるフラッシュラ

ンプから照射される光の照度とフラッシュランプの列設方向の位置との関係を模式的に示す図である。

【図 5】

第 2 実施形態の光拡散板を説明するための図である。

【図 6】

第 3 実施形態の光拡散板を説明するための図である。

【図 7】

第 4 実施形態の光拡散板を説明するための図である。

【図 8】

第 5 実施形態の光拡散板の一例を示す平面図である。

【図 9】

第 5 実施形態の光拡散板の他の例を示す平面図である。

【図 1 0】

第 5 実施形態の光拡散板の他の例を示す平面図である。

【符号の説明】

5 光源

6 1 透光板

6 5 チャンバー

6 9 フラッシュランプ

7 1 リフレクタ

7 2, 1 7 2 光拡散板

7 2 a, 1 7 2 a 端部対応部分

7 2 b, 1 7 2 b ランプ対応部分

7 2 c, 1 7 2 c ランプ間対応部分

7 2 d ランプ間中心対応部分

7 2 e 遷移領域部分

7 3 熱拡散板

7 4 加熱プレート

9 1 縞模様



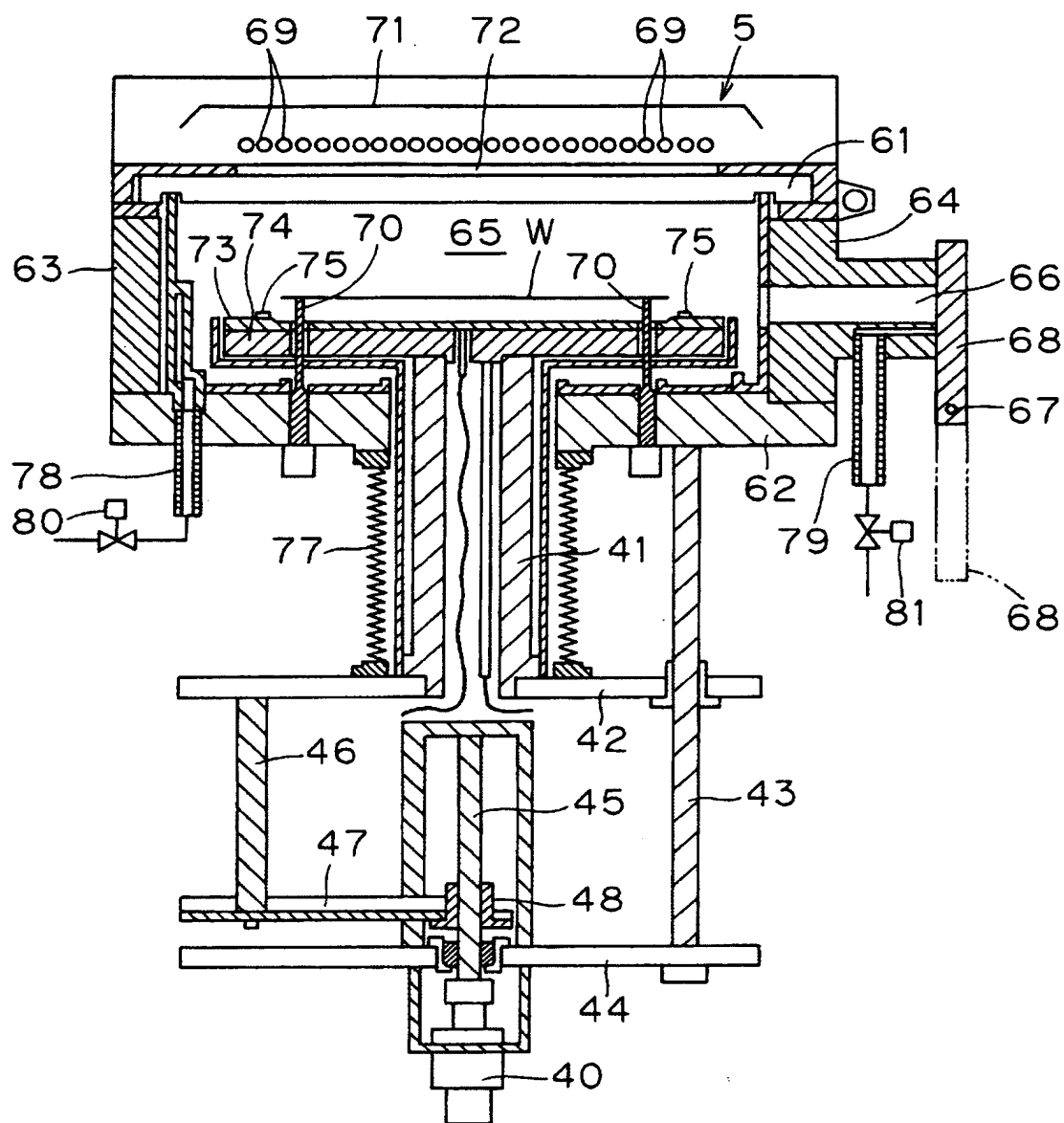
9 2 井桁模様

9 3 カゴメ模様

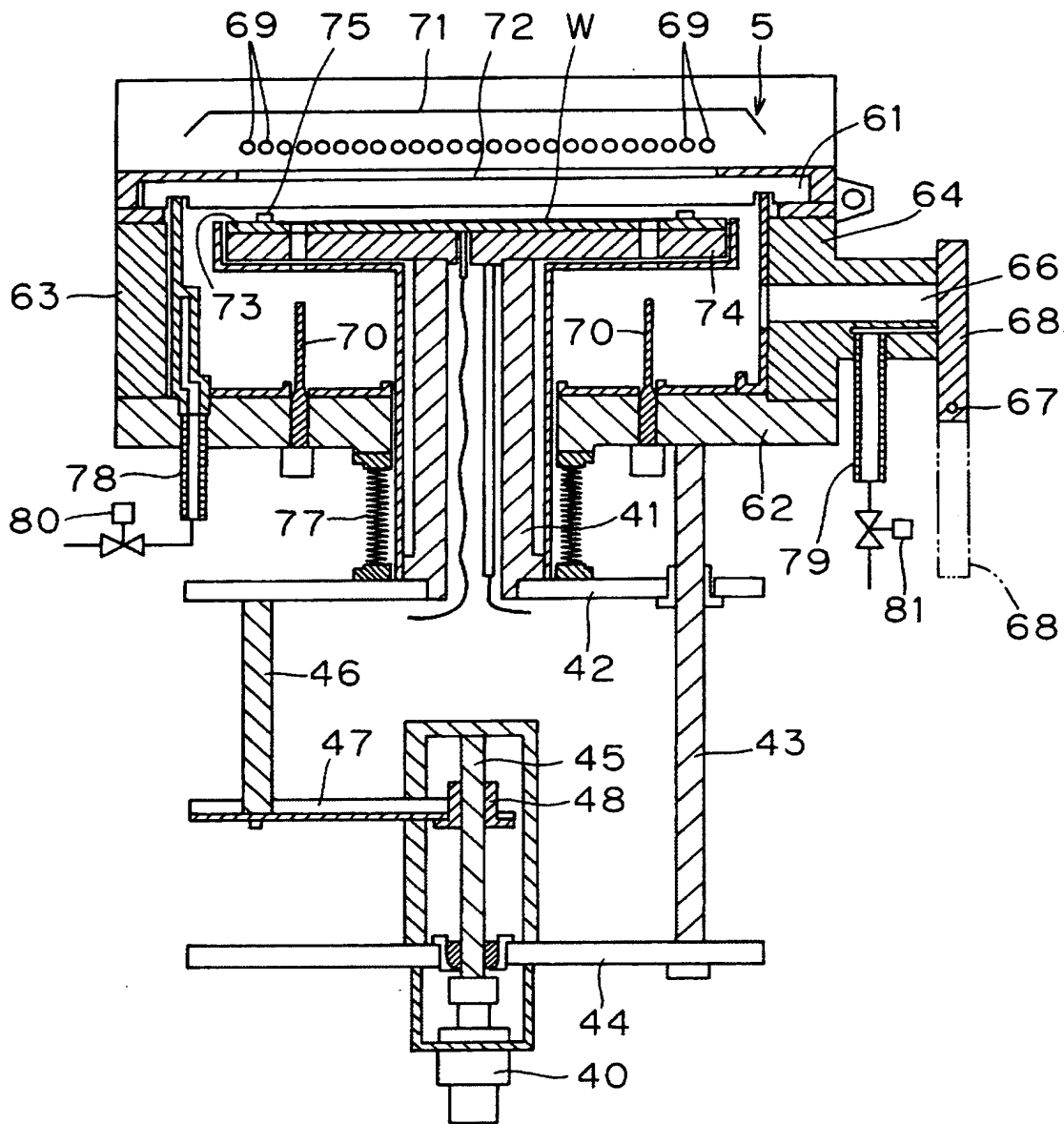
W 半導体ウェハー

【書類名】 図面

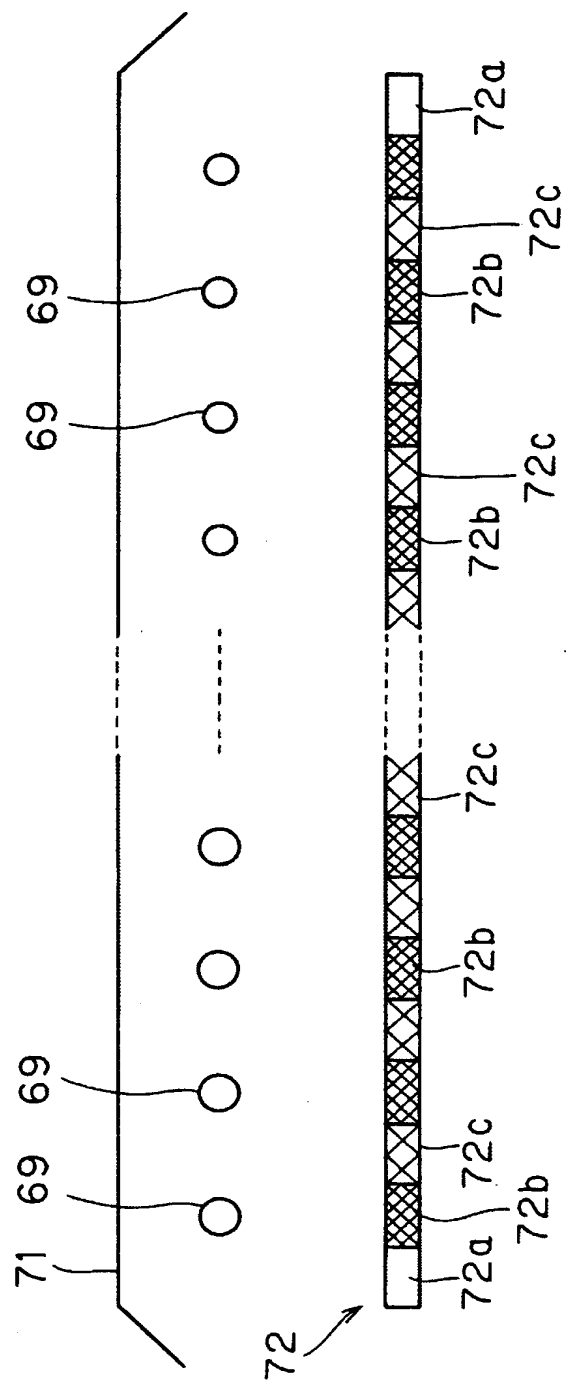
【図 1】



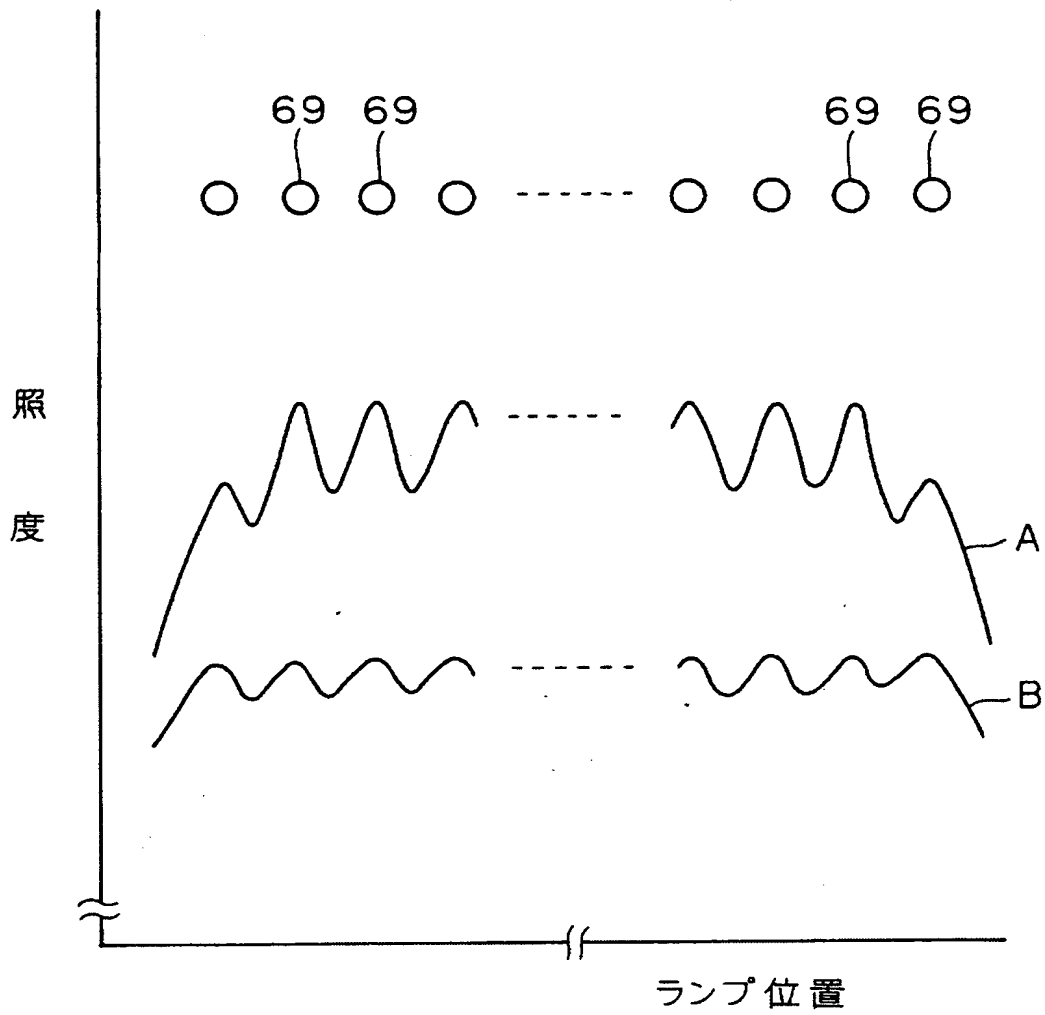
【図 2】



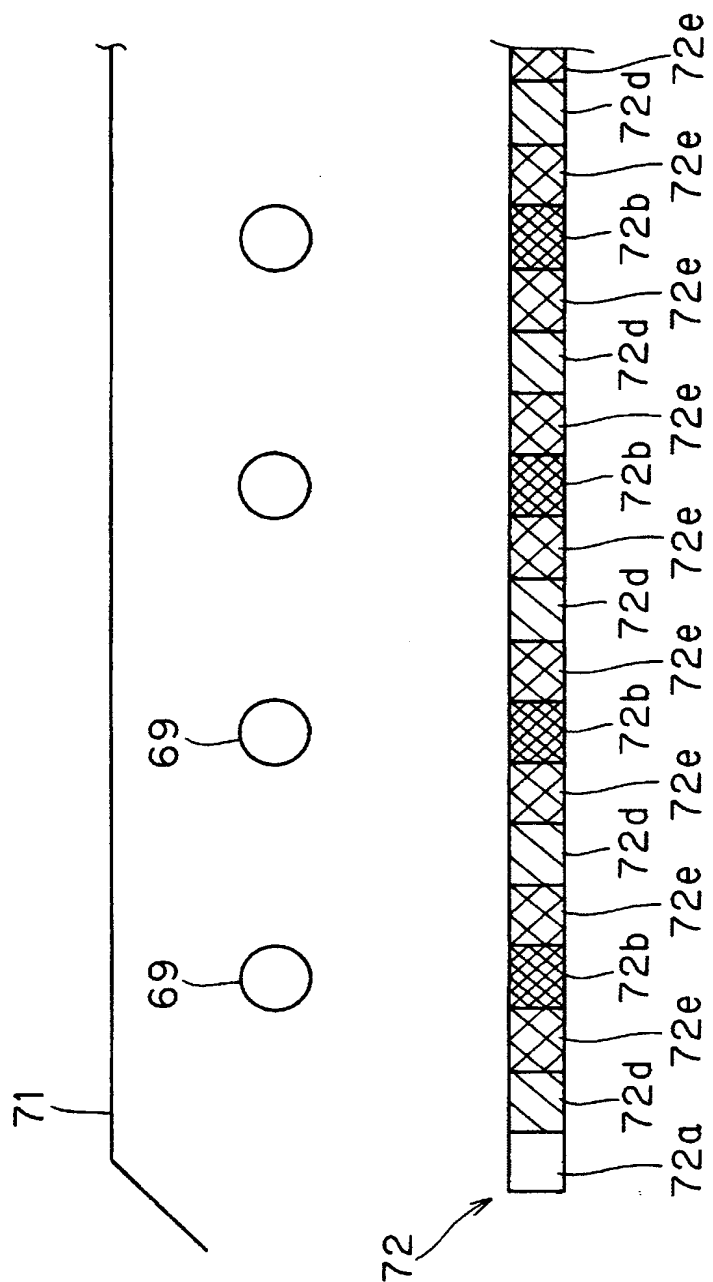
【図 3】



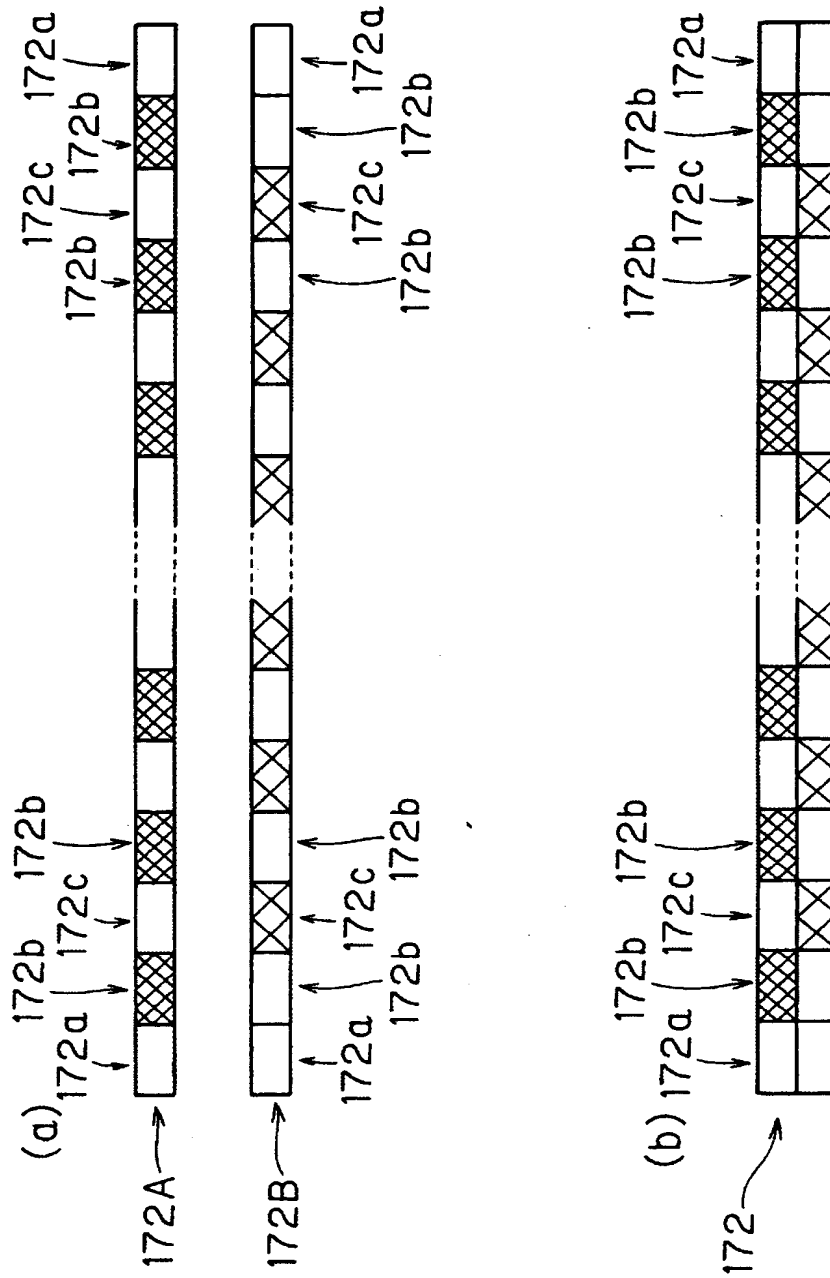
【図 4】



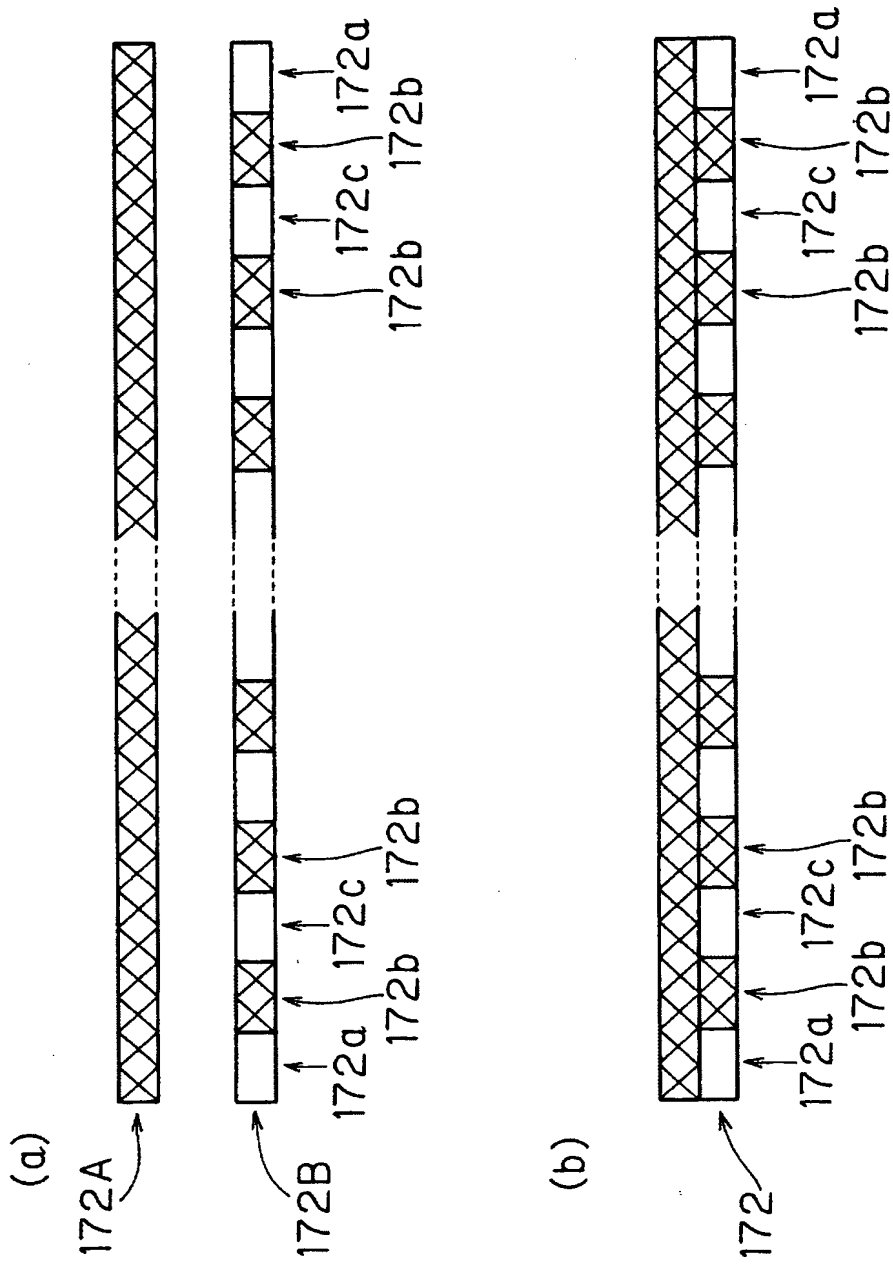
【図 5】



【図 6】

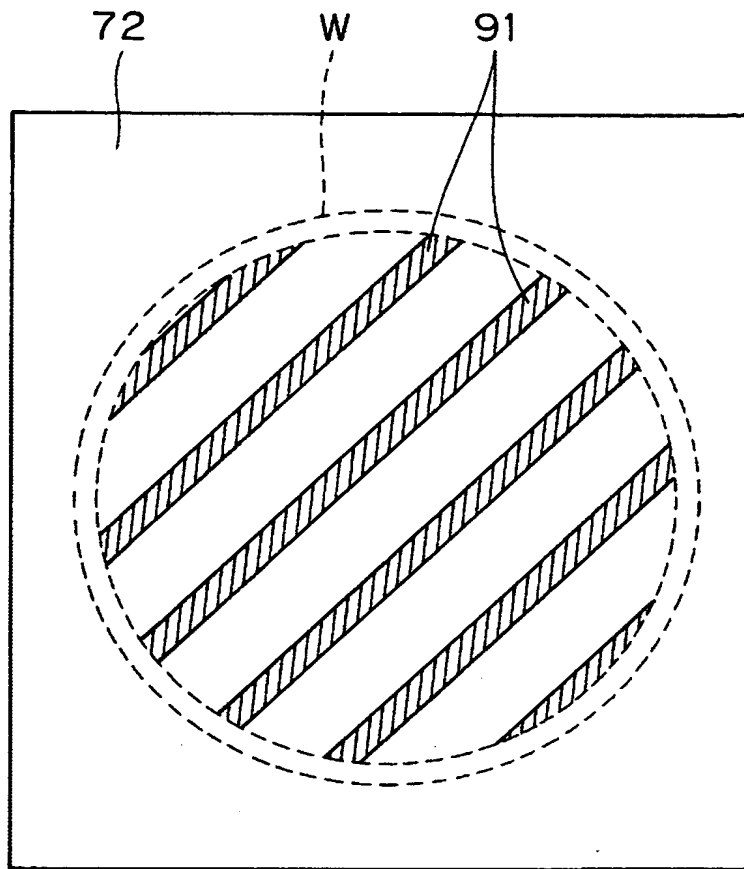


【図 7】

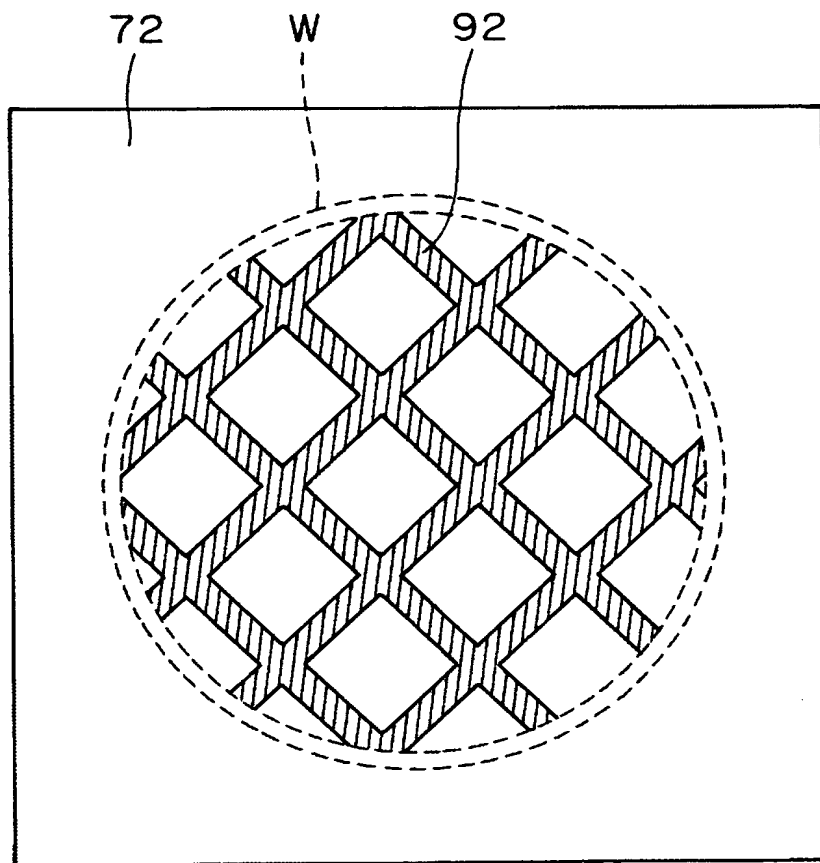




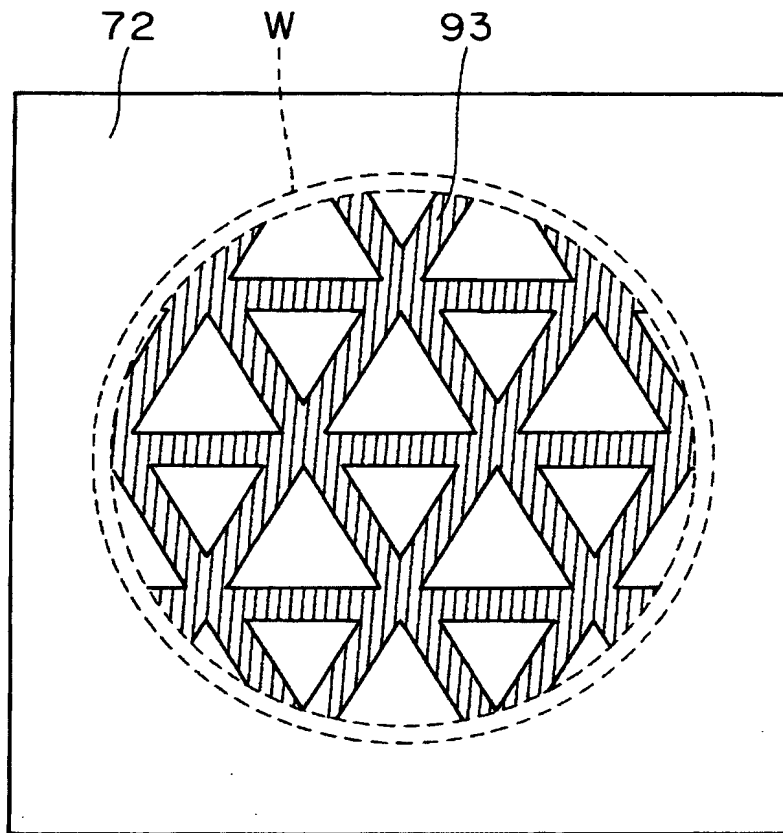
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    基板上の照度分布の面内均一性を向上させることができる熱処理装置を提供する。

【解決手段】    光拡散板 7 2 のうち複数のフラッシュランプ 6 9 のそれぞれの鉛直方向直下に位置するランプ対応部分 7 2 b には強い光拡散加工を施し、相互に隣り合うランプ対応部分 7 2 b の間のランプ間対応部分 7 2 c には弱い光拡散加工を施している。これにより、ランプ対応部分 7 2 b の光の透過率がランプ間対応部分 7 2 c の透過率よりも低くなる。複数のフラッシュランプ 6 9 のそれぞれから出射されて鉛直方向直下に向かう光が強く拡散される一方、隣接するフラッシュランプ 6 9 間の直下位置では光拡散の程度が弱められ、その結果半導体ウェハー W 上の照度分布の面内均一性が向上する。

【選択図】            図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 2 0 7 5 5 1 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 1 5 日
[変更理由]	新規登録
住 所	京都府京都市上京区堀川通寺之内上る 4 丁目天神北町 1 番地の 1
氏 名	大日本スクリーン製造株式会社